

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-075109

(43)Date of publication of application : 12.03.2003

(51)Int.Cl. G01B 7/30
 B62D 5/04
 B62D 5/06
 B62D 6/00
 G01D 5/245
 G01L 3/10
 G01L 5/22
 // B62D119:00

(21)Application number : 2001-268388

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 05.09.2001

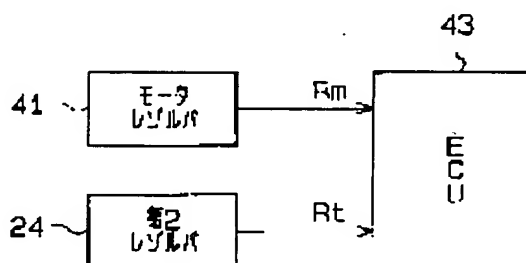
(72)Inventor : YAMAGUCHI SHIGETOSHI

(54) ABSOLUTE POSITION DETECTION DEVICE AND ABSOLUTE POSITION DETECTION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an absolute position detection device and an absolute position detection method capable of reducing a cost by using a member to be used for another purpose also for absolute position detection, and detecting the accurate absolute position of a steering wheel just after power supply.

SOLUTION: This absolute position detection device is constituted from a second resolver 24 in a torque sensor for detecting a steering torque generated by rotation of a steering wheel, a motor resolver 41 for detecting a motor rotation angle of an electric motor driven corresponding to the rotation of the steering wheel, and an ECU 43 for operating and processing detection signals Rt, Rm outputted from each resolver 24, 41. In the ECU 43, the deviation (Rm-Rt) between the detection signals Rt, Rm from each resolver 24, 41 is divided by a standard deviation per rotation of the steering wheel, to thereby detect the absolute position of the steering wheel 18.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 A 2 F 0 5 1
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	2 F 0 6 3
		5/06	B 2 F 0 7 7
		6/00	3 D 0 3 2
G 0 1 D 5/245	1 0 1	G 0 1 D 5/245	1 0 1 G 3 D 0 3 3
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

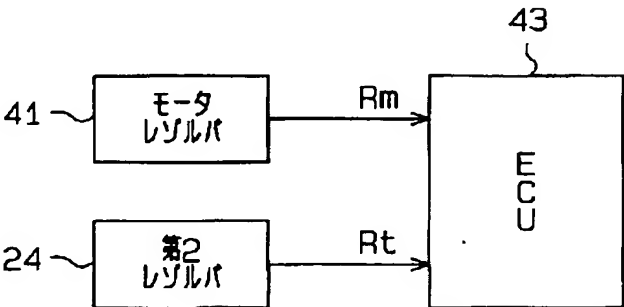
(21)出願番号	特願2001-268388(P2001-268388)	(71)出願人	000003470 豊田工機株式会社 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地
(22)出願日	平成13年9月5日(2001.9.5)	(72)発明者	山口 茂利 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内
		(74)代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣 (外1名)
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法

(57)【要約】

【課題】他の用途に使用される部材を絶対位置検出に兼用することで、コスト低減を実現でき、且つ電力供給直後からステアリングホイールの正確な絶対位置を検出できる絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法を提供する。

【解決手段】ハンドルの回転により発生する操舵トルクを検出するためのトルクセンサにおける第2レゾルバ24と、ハンドルの回転に応じて駆動される電動モータのモータ回転角を検出するためのモータレゾルバ41と、各レゾルバ24、41から出力される検出信号Rt、Rmを演算処理するECU43とで、絶対位置検出装置を構成する。ECU43では、各レゾルバ24、41からの検出信号Rt、Rm間の偏差(Rm-Rt)を、ハンドルの1回転当たりの基準偏差で割ることにより、ハンドル18の絶対位置を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第 1 検出信号をリニア出力するトルク検出用の第 1 の検出手段と、

前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第 1 検出信号とは異なる周期を有する第 2 検出信号をリニア出力する第 2 の検出手段と、前記第 1 及び第 2 検出信号の偏差と、ステアリングホイールの 1 回転当たりにおける両検出信号の基準偏差に基づいてステアリングホイールの絶対位置を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする絶対位置検出装置。

【請求項 2】 前記第 1 及び第 2 の検出手段は、それぞれレゾルバにて構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の絶対位置検出装置。

【請求項 3】 前記ステアリングホイールは、第 1 回転軸と第 2 回転軸とがトーションバーを介して同軸となるように連結された機構の第 1 回転軸に連係され、前記機構には、第 1 回転軸の回転角を検出する第 1 レゾルバと、第 2 回転軸の回転角を検出する第 2 レゾルバとが設けられており、両レゾルバから出力される検出信号に基づいて、ステアリングホイールの操舵トルクを検出可能とし、

前記第 1 の検出手段は、前記第 2 レゾルバとしたことを特徴とする請求項 2 に記載の絶対位置検出装置。

【請求項 4】 ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられたトルク検出用の第 1 の検出手段から、同ステアリングホイールの回転角に応じてリニア出力された第 1 検出信号と、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出してリニア出力され、前記第 1 検出信号とは異なる周期を有する第 2 検出信号とを用い、第 1 及び第 2 検出信号の偏差と、ステアリングホイールの 1 回転当たりにおける両検出信号の基準偏差に基づいてステアリングホイールの絶対位置を検出することを特徴とする絶対位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1 回転以上の多回転を行う多回転体、特にステアリングホイールの絶対位置を検出するための絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、ステアリングホイール（以下、ハンドルという）の操舵力を軽減させるために、操舵系に電動モータによるアシスト力を付与する電動パワーステアリング装置が知られている。そして、この電動パワーステアリング装置における様々な制御において、

1 回転以上の有限回転数内で回転する前記ハンドルの絶対位置（中立位置から何度にあるかを示す位置）が利用される。なお、前記中立位置とは、車両が直進するようにタイヤが操舵された際のハンドルの位置である。

【0003】ハンドルの絶対位置を検出するセンサとしては、ステアリングセンサが公知である。このステアリングセンサは、ハンドルと一体回転するように設けられた、多数のスリットを有するスリット板と、ステアリングコラムに固定状態に設けられた 3 組のフォトインタラプタとから構成されている。各フォトインタラプタは、発光ダイオードと受光素子とを対向させた構成で、これら発光ダイオードと受光素子との間に挿入されたスリット板が回転して、遮光状態と透光状態とが変化することに基づき各受光素子から信号が出力される。

【0004】3 組のフォトインタラプタのうち 2 組のフォトインタラプタは、前記スリット板の回転量と回転方向とを検出するためのものである。残りの 1 組のフォトインタラプタは、ハンドルの 1 回転中での中立位置（基準位置）を検出するためのものである。これらの出力信号は、車両の制御装置に出力される。

【0005】前記ハンドルの回転操作可能な範囲は、一般に 1 回転（360 度）以内ではなく、中立位置を中心として、例えば左方向に 2 回転（720 度）と右方向に 2 回転（720 度）の、±720 度となっている。しかし、上記したステアリングセンサ（3 組のフォトインタラプタ）からの出力信号のうち、基準位置検出用の前記 1 組のフォトインタラプタから中立位置の信号があっても、それが何回転目であるかは不明である。このため、ステアリングセンサからの出力信号だけでは、ハンドルの正確な絶対位置（絶対操舵角度）は検出することはできない。

【0006】そして、従来は、正確な絶対操舵角度（真の中立位置を基準とした角度）は、イグニッションスイッチがオンされた直後の状態では、絶対操舵角度を検出することはできない。車両が走行し、基準位置検出用の 1 組のフォトインタラプタが中立位置を検出すると、制御装置では、そのフォトインタラプタからの出力信号と、他の 2 組のフォトインタラプタからの出力信号に基づき、その中立位置からの回転量及び回転方向（相対的な操舵角度）を検出するようにしている。ただし、そのイグニッションスイッチがオン直後では検出した中立位置は、何回転目であるかは不明となっている。そして、さらに走行し、3 組のフォトインタラプタの出力信号と、車速センサ及びヨーレートセンサの検出信号とに基づいて正確な絶対操舵角度を検出し、これに基づき、絶対操舵角度をパラメータとして使用する車両の制御装置を作動可能状態としている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近時において、ハンドルの絶対位置（絶対操舵角度）の検出を行う

上でコストの低減が求められている。しかしながら、従来では、ハンドルの絶対位置の検出を目的として上記したような複雑な構成であるステアリングセンサを設けなくてはならないという問題があった。また、一方で上記した従来構成では、イグニッションスイッチをオンしてから正確な絶対操舵角度を検出するまでに、ある程度走行する必要があり、早期に絶対操舵角度を検出することはできないという問題があった。

【0008】ところで、電動パワーステアリング装置の電動モータには、モータレゾルバが設けられており、又、ハンドルの操舵トルクを検出するトルクセンサが設けられている。これらは、いずれも回転角信号を出力するものであるため、コスト低減のためにこの信号を利用することが考えられる。しかし、電動モータのレゾルバ信号を使って検出しようとしても、ロータが電気角1周期以内でどの位置にあるかしか分からないため、ハンドルの絶対操舵角度を特定することは困難である。

【0009】又、トルクセンサのレゾルバは、ハンドルに連結された入力軸と出力軸の間に設けられたトーションバーの捻れを検出するものである。しかし、ハンドルの1回転につき複数の信号が出力されるため、ハンドルの中立位置から何番目の信号であるかは不明である。

【0010】従って、これらのレゾルバから出力された信号を単独に使用してもハンドルの絶対操舵角度を検出することはできなかった。本発明は上記各問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、他の用途に使用される部材を絶対位置検出に兼用することで、コスト低減を実現でき、且つ電力供給直後からハンドル（ステアリングホイール）の正確な絶対位置を検出できる絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記各問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられ、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第1検出信号をリニア出力するトルク検出用の第1の検出手段と、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出し、前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号をリニア出力する第2の検出手段と、前記第1及び第2検出信号の偏差と、ステアリングホイールの1回転当たりにおける両検出信号の基準偏差に基づいてステアリングホイールの絶対位置を演算する演算手段とを備えたことを要旨とする。

【0012】請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記第1及び第2の検出手段は、それぞれレゾルバにて構成されていることを要旨とする。請求項3に記載の発明は、請求項2において、前記ステアリングホイールは、第1回転軸と第2回転軸とがトーションバーを介

して同軸となるように連結された機構の第1回転軸に係合され、前記機構には、第1回転軸の回転角を検出する第1レゾルバと、第2回転軸の回転角を検出する第2レゾルバとが設けられており、両レゾルバから出力される検出信号に基づいて、ステアリングホイールの操舵トルクを検出可能とし、前記第1の検出手段は、前記第2レゾルバとしたことを要旨とする。

【0013】請求項4に記載の発明は、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられたトルク検出用の第1の検出手段から、同ステアリングホイールの回転角に応じてリニア出力された第1検出信号と、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出してリニア出力され、前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号とを用い、第1及び第2検出信号の偏差と、ステアリングホイールの1回転当たりにおける両検出信号の基準偏差に基づいてステアリングホイールの絶対位置を検出することを要旨とする。

【0014】（作用）請求項1の発明によれば、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルク検出用の第1の検出手段により、前記ステアリングホイールの回転角に応じて第1検出信号がリニア出力される。また、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出する第2の検出手段により前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号がリニア出力される。そして、演算手段により前記第1及び第2検出信号の偏差と、ステアリングホイールの1回転当たりにおける両検出信号の基準偏差に基づいてステアリングホイールの絶対位置が演算される。

【0015】請求項2の発明によれば、トルク検出用のレゾルバとモータの回転検出用のレゾルバからそれぞれ出力される第1及び第2検出信号によりステアリングホイールの絶対位置検出が実現される。

【0016】請求項3の発明によれば、ステアリングホイールが連結された第1回転軸とトーションバーを介して連結された第2回転軸の回転角を検出するための第2レゾルバが用いられ、同第2レゾルバから出力される第1検出信号に基づいてステアリングホイールの絶対位置検出が実現される。

【0017】請求項4の発明によれば、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するために設けられたトルク検出用の第1の検出手段から、同ステアリングホイールの回転角に応じてリニア出力された第1検出信号と、前記ステアリングホイールの回転に応じて駆動されて、同ステアリングホイールの回転をアシストするモータの回転を検出してリニア出力され、前記第1検出信号とは異なる周期を有する第2検出信号とが用いられ、第1及び第2検出信号の偏差と、ステアリングホイールの1回転当たりにおける両検出信号の基準偏差に基づいてステア

リングホイールの絶対位置が検出される。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を電動パワーステアリング装置におけるステアリングホイールの絶対回転角度（以下、「絶対位置」という）を検出するための絶対位置検出装置及び絶対位置検出方法に具体化した一実施形態を図1～図8に従って説明する。

【0019】図1に電動パワーステアリング装置11を示す。中空円筒状の第1ラックハウジング12と中空円筒状の第2ラックハウジング13と、前記両ラックハウジングに同軸的に結合された中空円筒状のモータハウジング14とが、図示しない車両のボディに、第1ラックハウジング12に形成された取付部15を介して、ねじ止めされて支持されている。

【0020】第1ラックハウジング12には、ピニオンシャフト16を有するピニオンハウジング17が結合されている。ピニオンシャフト16は、ステアリングホイール（以下、「ハンドル」という）18側から延びるステアリングシャフト18aに連結されており、ハンドル18が回転操作されることにより、ピニオンシャフト16も連動する。

【0021】図2に示すように、ピニオンシャフト16は、ベアリング19a、19bを介して、ピニオンハウジング17に対して回転自在に支持されている。ピニオンシャフト16は、入力軸16aと出力軸16bとから構成されており、出力軸16bの先端側には、ピニオンギア16cが設けられている。

【0022】前記入力及び出力軸16a、16b内には、トーションバー20が内装されており、両軸16a、16bは、トーションバー20を介して一体回転可能に連結されている。トーションバー20における入力軸側端部は、入力軸16aに対してピン21で結合されており、トーションバー20の出力軸側端部は、出力軸16bに対してスプライン結合されている。また、このトーションバー20は、入力軸16aと出力軸16bとが互いに相対回転した際に、捻り方向の弾性を生じるようになっている。そして、前記入力軸16aが第1回転軸に、出力軸16bが第2回転軸に相当し、ピニオンシャフト16が第1及び第2回転軸とが同軸となるように連結された機構に相当する。

【0023】前記入力軸16a及び出力軸16bの外周側には、トルクセンサ22が設けられている。トルクセンサ22は、第1レゾルバ23及び第2レゾルバ24を備えている。

【0024】図3に示すように、第1レゾルバ23は、第1～第4ヨーク51～54と第1～第4コイル55～58とから構成されている。第1ヨーク51はピニオンハウジング17の内周に沿って環状に形成されており、当該ピニオンハウジング17に固定されている。そして、第1ヨーク51の内周部には第1コイル51が巻回

されている。また、前記第1ヨーク51と対向するように、入力軸16aの外周には、環状の第2ヨーク52が入力軸16aと一体回転可能に固定されている。そして同第2ヨーク52の外周部には、第2コイル56が巻回されている。

【0025】さらに、前記入力軸16aには、その外周上に第3ヨーク53が一体回転可能に固定されており、この第3ヨーク53の周囲には、第3コイル57が巻回されている。この第3コイル57は、位相を90度ずらした2種類のコイルから構成され、前記第2コイル56に接続されている（図4参照）。そして、前記第3ヨーク53と対向するように、ピニオンハウジング17の内周には、第4ヨーク54が固定されており、同第4ヨーク54には第4コイル58が巻回されている。この第4コイルも、位相を90度ずらした2種類のコイルから構成されている（図4参照）。

【0026】次に、第2レゾルバ24について説明する。なお、その詳細については上記した第1レゾルバ23とほぼ同様であるため、第1レゾルバ23のヨーク51～54及びコイル55～58と同一符号を用いる。そして、異なる所のみを説明し、重複説明を省略する。

【0027】さて、第2レゾルバ24は、第1～第4ヨーク51～54と第1～第4コイル55～58とから構成されており、第1、第4ヨーク51、54及び第1、第4コイル55、58は、ピニオンハウジング17に設けられている。また、第2、第3ヨーク52、53及び第2、第3コイル56、57は出力軸16bに設けられており、その他の構成については、第1レゾルバ23と同様とされている。

【0028】次に、第1及び第2レゾルバ23、24に基づいたトルク検出について説明する。ハンドル18が操舵され、入力軸16aが回転角 θ 1で回転した場合に、図4に示すように、第1コイル55に交流電圧E1を加えると、その電圧に応じて第1ヨーク51及び第2ヨーク52に磁束が発生する。そして、そのときの磁束に応じて第2コイル56には交流電圧が誘起される。第2コイル56は第3コイル57に接続しているため、当該第3コイル57にも交流電圧が発生する。このとき第3コイル57は90度位相をずらした2種類のコイルから構成されているため、その発生電圧も90度位相がずれたものになる。そして、第3コイル57に発生した交流電圧によって、第4コイル58には交流電圧が誘起されて、交流電圧E2、E3が出力される。このとき、2種類のコイルから構成された第4コイル58からは、位相の異なる2種類の交流電圧E2、E3が出力され、これらは次の式（a）及び式（b）の関係を満たす。

$$【0029】E2 = k \cdot E1 \times \cos \theta \quad \cdots (a)$$

$$E3 = k \cdot E1 \times \sin \theta \quad \cdots (b)$$

なお、kは変圧比を示す。このとき、上記式（a）及び式（b）から θ を算出することができ、この角度 θ が入

力軸16aの回転角 θ_1 となる。

【0030】一方、入力軸16aが回転すると、トーションバー20を介して連結された出力軸16bも回転する。そして、出力軸16b側に設けられた第2レゾルバ24から前記式(a)、(b)に基づいて、出力軸16bの回転角 θ_2 も算出される。

【0031】ここで、入力軸16aと出力軸16bの回転に際して、トーションバー20の捻れにより、両軸16a、16bの間で相対回転角度差 $\Delta\theta$ ($=\theta_1-\theta_2$)が生じる。その結果、このトーションバー20の捻れ角度である相対回転角度差 $\Delta\theta$ とトーションバー20の剛性とから操舵トルクは算出(検出)される。

【0032】そして、この操舵トルクに応じて操舵力をアシストするための公知のアシスト制御が行われ、後述する電動モータ39によって、操舵力はアシストされ、好適にステアリングホイール18の操舵が可能になる。

【0033】図1及び図5に示すように、前記第1ラックハウジング12と第2ラックハウジング13とモータハウジング14とから構成された筒状体内には、回転不能かつ軸線方向に移動可能にラックシャフト27が内蔵されている。ラックシャフト27の両端部には図示しないタイロッドを介して左右の前輪が連結されている。そのラックシャフト27には、図2に示すように、ピニオンシャフト16のピニオンギア16cと噛合する噛み合い部(ラック)27bが形成され、ラックアンドピニオン機構を形成している。

【0034】前記モータハウジング14の内周には巻線が施されたステータ29が嵌合され、ラックシャフト27の軸線方向の中間部には中空円筒状にモータシャフト28が同軸的にラックシャフト27の外側に遊嵌されている。

【0035】モータシャフト28は、第1及び第2ベアリング30、31を介してモータハウジング14に対して支持されており、前記モータシャフト28には永久磁石37が外設して固定されている。

【0036】モータシャフト28内にはボールねじナット36が同軸的に内嵌されており、同ボールねじナット36の内周面には螺旋状のボールねじ溝36aが設けられている。また、ラックシャフト27の外周面には軸線方向の所定範囲に螺旋状のボールねじ溝27aが設けられており、ボールねじ溝27aとボールねじ溝36aとの間には、図示しない多数のボールが転動可能に受容されている。そして、両ボールねじ溝27a、36a等から構成されるボールねじ機構により、モータシャフト28の正逆回転の回転トルクをラックシャフト27の軸線方向における往復動のアシスト力に変換する。その後、このアシスト力はラックアンドピニオン機構をなすピニオンシャフト16を介してハンドル18の操舵力を軽減するようになっている。そして、上記したモータシャフト28、ステータ29等により、モータとしての電動モ

ータ39が構成され、この電動モータ39は、前記ハンドル18の回転に応じて駆動される。

【0037】モータシャフト28の外周側には、モータ回転角センサとしてのモータレゾルバ41が設けられている。モータレゾルバ41の詳細については、図3及び図4に示す第1レゾルバ23とほぼ同様であるため、第1レゾルバ23のヨーク51~54及びコイル55~58と同一符号を用いる。そして、異なる所のみを説明し、重複説明を省略する。

【0038】さて、モータレゾルバ41は、第1~第4ヨーク51~54と第1~第4コイル55~58とから構成されており、第1、第4ヨーク51、54及び第1、第4コイル55、58は、モータハウジング14に設けられている。また、第2、第3ヨーク52、53及び第2、第3コイル56、57はモータシャフト28に設けられており、その他の構成については、第1レゾルバ23と同様とされている。

【0039】ここで、モータシャフト28の回転角(以下、「モータ回転角」という)の検出について簡単に説明する。モータシャフト28がある回転角で回転した場合に、第1コイル55に交流電圧E1を加えると、その電圧に応じて第1ヨーク51及び第2ヨーク52に磁束が発生し、第2コイル56には交流電圧が誘起される。このとき、第2コイル56に接続された第3コイル57にも交流電圧が発生し、この第3コイル57に発生した交流電圧に基づいて、第4コイル58に交流電圧が誘起され、交流電圧E2、E3が出力される。そして、印加された交流電圧E1と出力された交流電圧E2、E3とから、前述した式(a)及び式(b)によりモータ回転角は算出(検出)される。このようにして検出されたモータ回転角は、電動パワーステアリング装置11における様々な制御に用いられる。

【0040】次に、上記のように構成された電動パワーステアリング装置におけるハンドル18の絶対位置検出装置について説明する。図6に示すように、トルクセンサ22を構成した第2レゾルバ24と、モータ回転角を検出するモータレゾルバ41は演算手段としてのECU(電子制御装置)43に電氣的に接続されている。そして、本実施形態では、前記第2レゾルバ24、モータレゾルバ41、及びECU43から絶対位置検出装置が構成されている。前記第2レゾルバ24からは、ピニオンシャフト16の出力軸16bの回転角に応じてリニア出力された検出信号Rtが、ECU43に入力されるようになっている。また、モータレゾルバ41からは、モータシャフト28の回転角に応じてリニア出力された検出信号RmがECU43に入力されるようになっている。前記各検出信号Rt、Rmは、第2レゾルバ24及びモータレゾルバ41を構成する第4コイル58から出力される交流電圧(E2又はE3)に相当し、本実施形態では、各レゾルバ24、41の第4コイル58を構成する

2つのコイルのうち共に交流電圧E2を出力するコイルからの出力を示す。なお、交流電圧E2を出力するコイルに換えて交流電流E3を出力するコイルからの出力を用いてもよい。

【0041】そして、ECU43は入力された両検出信号Rt、Rmに基づいて、ハンドル18の絶対位置を検出するようになっている。なお、本実施形態において、絶対位置とは、中立位置から何度離れているかを示すものとし、中立位置とは、車両が直進するように前輪が配置された際のハンドル18の位置である。検出信号Rtが第1検出信号に相当し、検出信号Rmが第2検出信号に相当する。

【0042】次に、ECU43において、絶対位置検出を行うための演算式について説明する。本実施形態では、ハンドル18は、 ± 1.0 回転($\pm 360^\circ$)の範囲内で回転するものとして説明する。+は、中立位置から時計回り方向への回転を示し、-は中立位置から反時計回り方向への回転を示す。

【0043】まず、本実施形態において、ハンドル18の1回転の操舵に対して、トルクセンサ22の第2レゾルバ24における検出信号Rtの周期Ttは、 $Tt = 32$ 周期とされている。また、電動モータ39(モータシャフト28)の1回転に対するモータレゾルバ41からの検出信号Rmの周期Tm1は、 $Tm1 = 4$ 周期とされている。なお、各レゾルバ24、41からの検出信号Rt、Rmは、図8(a)、(b)に示すように、横軸と直角をなすように形成された直角三角形が複数連なったノコギリ刃状の波形として現われる。そして、前記各検出信号Rt、Rmの周期Tt、Tm1の1周期は、それぞれ1山分の波形となる。また、図8(a)、(b)において、縦軸は、検出信号Rt、Rmの電圧のレベルを示し、横軸は、ハンドル18の回転角を示す。

【0044】一方、ハンドル18(ピニオンシャフト16の出力軸16b)が1回転する間におけるラックシャフト27の移動距離は、 $S = 50\text{mm}$ としている。このSはラックアンドピニオン機構のピストロークSという。また、ラックシャフト27及びモータシャフト28におけるボールねじ溝27a、36aの1回転分のリードは、 $L = 6.17\text{mm}$ としている。この結果、ラックシャフト27が50mm移動する間に、モータシャフト28は、 $8.1 (= S/L = 50/6.17)$ 回転することになり、これは、ハンドル18(ピニオンシャフト16)が1回転する間に、モータシャフト28が、8.1回転することになる。従って、ハンドル18(ピニオンシャフト16)の1回転に対するモータレゾルバ41からの検出信号Rmの周期Tm2は、 $Tm2 = 32.4 (= Tm1 \times 8.1 = 4 \times 8.1)$ 周期となる。

【0045】上記の結果により、ハンドル18が1回転する間に、トルクセンサ22における第2レゾルバ24の検出信号Rtとモータレゾルバ41における検出信号

Rmの周期Tt、Tm2間には、0.4周期($Tm2 - Tt = 32.4 - 32$)の差が生じる。

【0046】このように、第2レゾルバ24からの検出信号Rtと、モータレゾルバ41からの検出信号Rmの周期は異なっており、その間には、図8(c)に示すように、所定量の差(以下、周期ズレIという)が生じるという特性がある。そして、ハンドル18(ピニオンシャフト16)の中立位置をその周期ズレIが0の位置として、検出信号Rt、Rmの波形を一山毎に見ていくと、ハンドル18が中立位置から時計回り方向又は反時計回り方向へ操舵されるに従い、その周期ズレIは累積されて大きくなる。

【0047】そして、レゾルバ24、41からの検出信号Rtと検出信号Rmの波形は共に直角三角形が連なった形状であり、この直角三角形の斜辺の傾きは、周期ズレIを発生させるために互いに異っているため、以下のことがいえる。即ち、図8(c)に示すように、前記検出信号Rtと検出信号Rmの偏差($Rm - Rt$)は、桁下がり箇所k1を除いて、ハンドル18の回転角の+方向への増加に伴って、リニアに増加する。また、前記偏差($Rm - Rt$)は、桁上がり箇所k2を除いて、ハンドル18の回転角の-方向への増加に伴って、リニアに減少する。

【0048】なお、前記桁下がり箇所k1とは、検出信号Rmの出力値が出力フルスケールFSから0へ急激な変化をした回転位置から、検出信号Rtの出力値が出力フルスケールFSから0へ急激な変化をする回転位置までの間をいう。また、桁上がり箇所k2とは、検出信号Rmの出力値が0から出力フルスケールFSへ急激な変化をした回転位置から、検出信号Rtの出力値が0から出力フルスケールFSへ急激な変化をする回転位置までの間をいう。また、図8(c)において、縦軸は、検出信号Rt、Rmの偏差($Rm - Rt$)の電圧のレベルを示し、横軸は、ハンドル18の回転角を示す。また、図8(c)において、桁上がり又は桁下がり箇所における偏差($Rm - Rt$)の波形は、説明の便宜上、誇張して描いてある。

【0049】ここで、両検出信号Rt、Rmの出力フルスケールFS(分解能)を $FS = 256$ とした場合、ハンドル18が1回転した場合の周期ズレI(周期Tt、Tm2の差 $= 0.4$ 周期)を検出信号Rt、Rmの偏差 ΔRs に変換すると、 $\Delta Rs = 256 \times 0.4 = 102.4$ と表される。そして、この偏差 ΔRs は、ハンドル18の絶対位置を検出に当たって、基準となる値とされるため、以下、「基準偏差」という。

【0050】従って、ハンドル18が1回転する間における第2レゾルバ24の検出信号Rtとモータレゾルバ41の検出信号Rmの基準偏差 ΔRs (102.4)と、両レゾルバ24、41から出力される検出信号Rt、Rmの偏差($Rm - Rt$)とを比較すれば、ハンド

ル18の絶対位置が検出できると考えられる。このため、ハンドル18の絶対位置 θ を演算する以下の演算式

$$\begin{aligned}\theta(^{\circ}) &= ((R_m - R_t) \times 360) / \Delta R_s \\ &= ((R_m - R_t) \times 360) / 102.4 \quad \cdots (1)\end{aligned}$$

なお、 R_t 、 R_m は、検出信号 R_t 、 R_m の出力フルスケールFSをFS=256とした場合の信号値(図8(a)、図8(b)において縦軸に示す値)である。

【0052】このとき、本実施形態では、ハンドル18の回転範囲は $\pm 360^{\circ}$ とされているため、偏差($R_m - R_t$)の範囲は、 $-102.4 (= -0.4 \times 256) < (R_m - R_t) < 102.4 (= 0.4 \times 256)$ とされる。しかし、前記桁下がり箇所k1及び桁上がり箇所k2においては、検出信号 R_m と検出信号 R_t とが異なる回転位置で急激な変化をするため、 $|R_m -$

$$\begin{aligned}\theta(^{\circ}) &= ((R_m - R_t - FS) \times 360) / \Delta R_s \\ &= ((R_m - R_t - 256) \times 360) / 102.4 \quad \cdots (2)\end{aligned}$$

また、 $(R_m - R_t) < -102.4$ の場合(桁下がり箇所k1)は、偏差($R_m - R_t$)をリニアな値とするために、検出信号 R_t 、 R_m の偏差($R_m - R_t$)に出

$$\begin{aligned}\theta(^{\circ}) &= ((R_m - R_t + FS) \times 360) / \Delta R_s \\ &= ((R_m - R_t + 256) \times 360) / 102.4 \quad \cdots (3)\end{aligned}$$

次に、ECU43にて行われるハンドル18の絶対位置の検出方法について、図7に示すフローチャートに従って説明する。

【0056】このフローチャートは、定時的な割込みにより起動する。まず、S11において、検出信号 R_t 、 R_m の偏差の絶対値 $|R_m - R_t|$ が、閾値(102.4)より小さいか否かを判定する。前記閾値(102.4)は、検出信号 R_t 、 R_m の偏差($R_m - R_t$)が桁下がり箇所k1又は桁上がり箇所k2の値でないかを判断するための値である。上記したように本実施形態では、ハンドル18の回転範囲は、 $\pm 360^{\circ}$ であり、検出信号 R_t 、 R_m の偏差($R_m - R_t$)の範囲は $-102.4 < R_m - R_t < +102.4$ となるため、前記閾値は、102.4と設定されている。

【0057】そして、ECU43が、検出信号 R_t 、 R_m の偏差の絶対値 $|R_m - R_t|$ が閾値よりも小さいと判断した場合は(S11がYes)、S12へ移行する。そして、前記検出信号 R_t 、 R_m の偏差($R_m - R_t$)が桁下がり箇所k1及び桁上がり箇所k2の値ではないため、前記演算式(1)によって、ハンドル18の絶対位置 θ が検出される(S12)。

【0058】また、検出信号 R_t 、 R_m の偏差の絶対値 $|R_m - R_t|$ が閾値よりも大きいと判断した場合は(S11がNO)、桁下がり箇所k1及び桁上がり箇所k2であるとしてS13に進む。そして、検出信号 R_t 、 R_m の偏差($R_m - R_t$)が正か負かを判定し、ハンドル18の操舵の方向を確定する。前記偏差($R_m - R_t$)が正であった場合は(S13がYes)、桁上がり箇所k2と判断され、前記演算式(2)によって、ハ

(1)が導き出される。

【0051】

$R_t| > 102.4 (0.4 \times 256)$ となってしまう。

【0053】このため、 $(R_m - R_t) > 102.4$ の場合(桁上がり箇所k2)は、偏差($R_m - R_t$)をリニアな値とするために、検出信号 R_t 、 R_m の偏差($R_m - R_t$)から出力フルスケールFS(256)を引き、絶対位置 θ を演算するために、以下の演算式(2)が導き出される。

【0054】

フルスケールFS(256)を足し、絶対位置 θ を演算するために、以下の演算式(3)が導き出される。

【0055】

ハンドル18の絶対位置 θ が検出される(S14)。なお、前記演算式(2)が用いられる場合はハンドル18が中立位置から反時計回り方向(一方向)に操舵されているときである。

【0059】一方、前記偏差($R_m - R_t$)が負であった場合は(S13がNO)、桁下がり箇所k1と判断され、前記演算式(3)によって、ハンドル18の絶対位置 θ が検出される(S15)。なお、前記演算式(3)が用いられる場合はハンドル18が中立位置から時計回り方向(+方向)に操舵されているときである。

【0060】この結果、ECU43は、第2レゾルバ24及びモータレゾルバ41から検出信号 R_t 、 R_m が入力されると、前記演算式(1)～(3)により、中立位置からのハンドル18の絶対位置 θ が検出可能になる。

【0061】また、第2レゾルバ24及びモータレゾルバ41からの検出信号 R_t 、 R_m の偏差($R_m - R_t$)は、該検出信号 R_t 、 R_m の特性であるため、常に発生する。従って、ステアリングセンサを用いて、ハンドル18の絶対位置を検出する従来と異なり、イグニッションスイッチをオンしてから正確な絶対操舵角度を検出するまでに、ある程度走行する必要がなく、イグニッションスイッチをオンした後、ハンドル18が操舵されると、ハンドル18の絶対位置 θ が早期に検出される。

【0062】そして、上記したような方法で、ハンドル18の絶対位置 θ を検出することにより、公知のアシスト制御、ハンドル戻り制御等を好適に行うことができる。従って、上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

【0063】(1)上記実施形態では、ハンドル18の

回転により発生する操舵トルクを検出するためのトルクセンサ 22 の第 2 レゾルバ 24 と、ハンドル 18 の回転に応じて駆動される電動モータ 39 のモータ回転角を検出するためのモータレゾルバ 41 と各レゾルバ 24、41 から出力される検出信号 R_t 、 R_m を演算処理する ECU 43 とで、絶対位置検出装置を構成した。そして、ECU 43 では、各レゾルバ 24、41 から出力される検出信号 R_t 、 R_m 間の偏差 ($R_m - R_t$) を、ハンドル 18 の 1 回転当たりの基準偏差 ΔR_s (102.4) で割ることにより、ハンドル 18 の絶対位置 θ を検出した。従って、絶対位置 θ を検出するために、操舵トルクを検出するための第 2 レゾルバ 24 とモータ回転角を検出するためのモータレゾルバ 41 を絶対位置検出装置として兼用しているため、従来と異なり、別途ステアリングセンサを設ける必要がなく、コストの低減を図ることができ、好適に絶対位置 θ の検出ができる。

【0064】(2) 上記実施形態では、第 2 レゾルバ 24 からの検出信号 R_t と、モータレゾルバ 41 からの検出信号 R_m の間に、特性として常に発生する周期ズレ I を利用して、ハンドル 18 の絶対位置 θ を検出している。このため、ステアリングセンサを用いて、絶対位置を検出する場合と異なり、イグニッションスイッチをオンした後、早期に絶対操舵角度を検出することができる。

【0065】(3) 上記実施形態では、トルクセンサ 22 の第 2 レゾルバ 24 とモータレゾルバ 41 の両方を利用して、絶対位置検出装置を構成した。例えば、モータレゾルバ 41 のみを使用して、ハンドル 18 の絶対位置検出を行うことを想定すると、検出信号 R_m だけでは ECU 43 は、ロータたるモータシャフト 28 が検出信号 R_m にて形成される波形の一周期以内でどの位置にあるかしか判断できない。このため、ハンドル 18 の絶対位置 θ を特定することは困難である。また、トルクセンサ 22 の第 2 レゾルバ 24 からの検出信号 R_t のみを用いて、ハンドル 18 の回転角の検出は可能であるが、ECU 43 は、中立位置の特定、及び検出信号 R_t の波形の山が中立位置から何番目のものであるかは、判別できない。このため、第 2 モータレゾルバ 41 のみを使用してもハンドル 18 の絶対位置検出は困難である。

【0066】これに対して、トルクセンサ 22 の第 2 レゾルバ 24 とモータレゾルバ 41 の両方を用いて、ハンドル 18 の絶対位置検出を行った本実施形態においては、好適にハンドル 18 の絶対位置検出ができる。

【0067】(4) 上記実施形態では、絶対位置 θ を検出するために用いるトルクセンサ 22 からの検出信号 R_t を、ピニオンシャフト 16 の出力軸 16b の回転角を検出する第 2 レゾルバ 24 から得た。例えば、入力軸 16a 側の第 1 レゾルバ 23 を用いた場合を考えると、入力軸 16a は、弾性部材であるトーションバー 20 を介して、ラックシャフト 27 側と結合されているため、前

記トーションバー 20 による捻れを考慮にいて、絶対位置検出を行わなければならない。従って、ピニオンシャフト 16 の出力軸 16b は、弾性部材を介することなくモータシャフト 28 と連動するため、第 2 レゾルバ 24 を用いたことにより、第 1 レゾルバ 23 を用いる場合と比較して正確に絶対位置検出を行うことができる。

【0068】なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

・上記実施形態では、ハンドル 18 の絶対位置は、中立位置から何度離れているかを示したが、基準を中立位置とすることなく、所定角度操舵された位置としてもよい。

【0069】・上記実施形態では、ハンドル 18 は、 ± 1.0 回転 ($\pm 360^\circ$) の範囲内で回転するものとしたが、 ± 2.0 回転とする等、適宜変更してもよい。この場合、S11 で用いた閾値 (102.4) もハンドル 18 の回転範囲に対応させて変更される。

【0070】・上記実施形態において、出力フルスケール FS、ラックアンドピニオン機構の比ストローク S、ボールねじ溝 27a のリード L、検出信号 R_t 、 R_m に関する周期 T_t 、 T_m は、上記した値に限定することなく、適宜定めてよい。

【0071】次に、上記実施形態及び別例から把握できる技術的思想について、それらの効果と共に以下に記載する。

(1) 請求項 4 に記載の絶対位置検出方法において、前記第 1 及び第 2 検出信号は、ステアリングホイール及びモータシャフトの回転に対応した回転角を検出するためのレゾルバからそれぞれ出力されていることを特徴とする絶対位置検出方法。このようにすれば、レゾルバから出力された検出信号を用いて、ステアリングホイールの絶対位置検出を好適に実現できる。

【0072】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項 1 の発明によれば、他の用途に使用される部材を絶対位置検出に兼用することで、コスト低減を実現でき、且つ電力供給直後からハンドル (ステアリングホイール) の正確な絶対位置を検出できる。

【0073】請求項 2 の発明によれば、請求項 1 の発明の効果に加えて、レゾルバから出力される第 1 及び第 2 検出信号によりステアリングホイールの絶対位置検出を好適に実現できる。

【0074】請求項 3 の発明によれば、請求項 2 の発明の効果に加えて、第 2 レゾルバから出力される第 1 検出信号に基づいてステアリングホイールの絶対位置検出を正確に検出できる。

【0075】請求項 4 の発明によれば、請求項 1 と同様の効果を奏す。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施形態における電動パワーステアリング装

置を示す正面概略図。

【図2】電動パワーステアリング装置におけるトルクセンサを備えた部位を示す要部断面図。

【図3】第1レゾルバを示す要部断面図。

【図4】第1レゾルバを示す回路図。

【図5】電動パワーステアリング装置における電動モータを備えた部位を示す要部断面図。

【図6】絶対位置検出装置の電氣的構成を示すブロック図。

【図7】絶対位置検出方法を示すフローチャート。

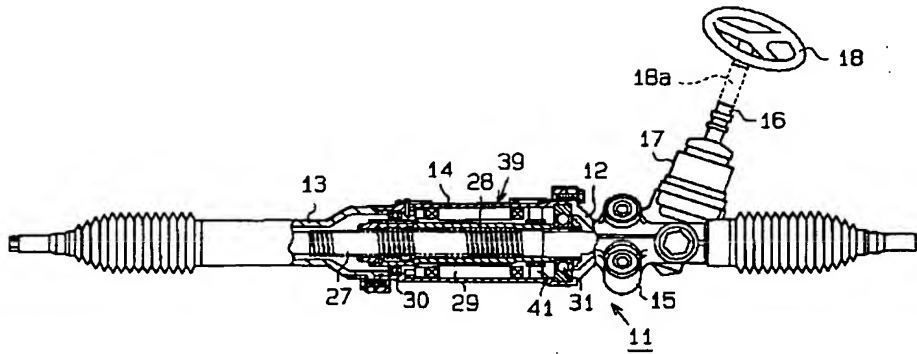
【図8】(a)はトルクセンサの第2レゾルバからの検出信号の波形を示す図、(b)はモータレゾルバからの検出信号の波形を示す図、(c)は第2レゾルバからの

検出信号とモータレゾルバからの検出信号の偏差を示す図。

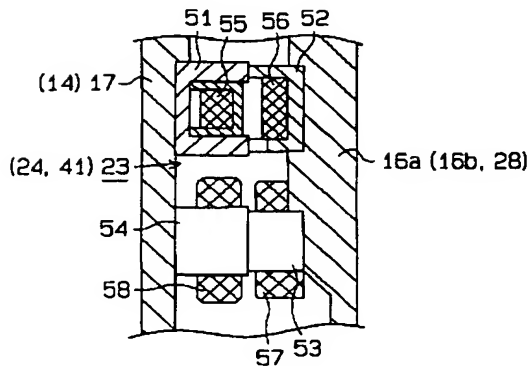
【符号の説明】

Rt…検出信号(第1検出信号)、Rm…検出信号(第2検出信号)、 $Rm - Rt$ …偏差(第1及び第2検出信号の偏差)、 ΔRs …基準偏差、16…ピニオンシャフト(第1及び第2回転軸とが同軸となるように連結された機構)、16a…入力軸(第1回転軸)、16b…出力軸(第2回転軸)、18…ステアリングホイール、20…トーションバー、24…第2レゾルバ(第1の検出手段)41…モータレゾルバ(第2の検出手段)、43…ECU(演算手段)、39…電動モータ(モータ)。

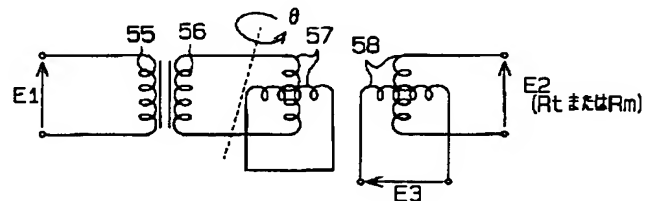
【図1】



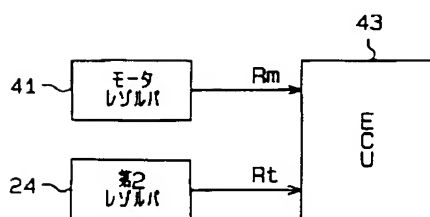
【図3】



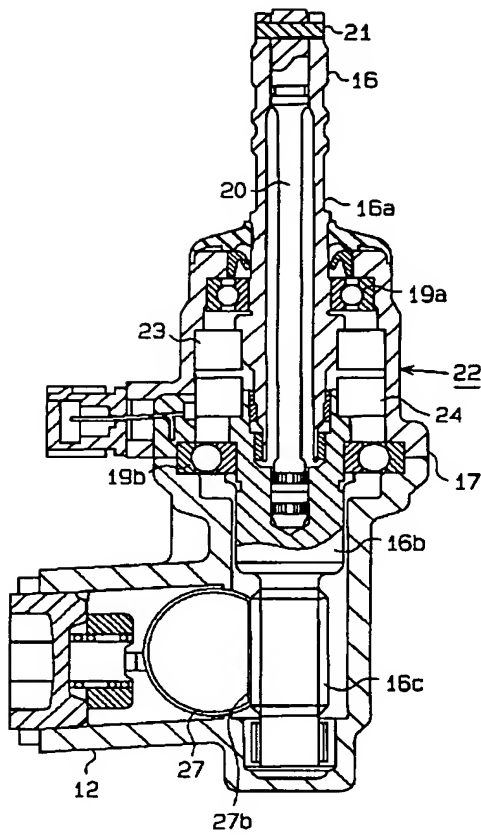
【図4】



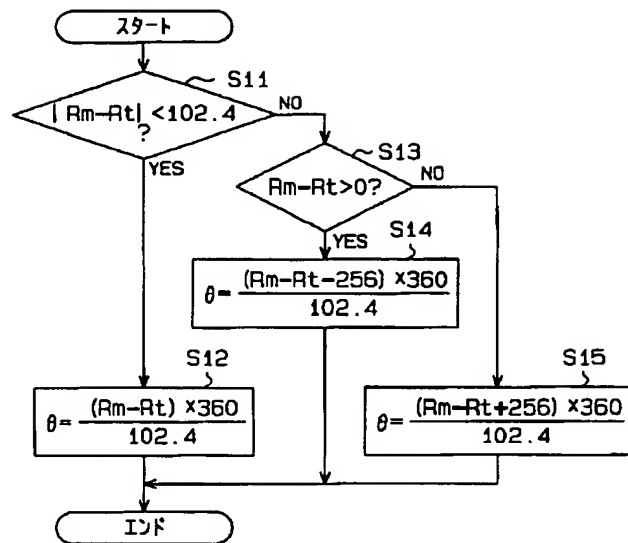
【図6】



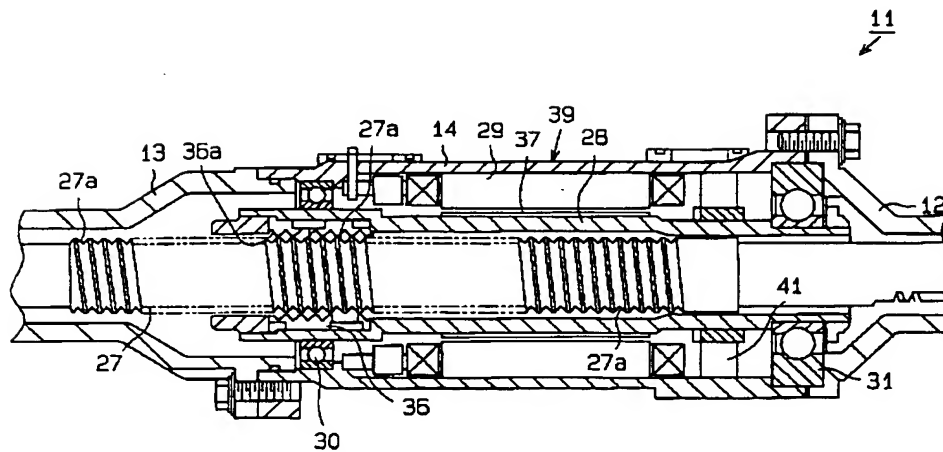
【図 2】



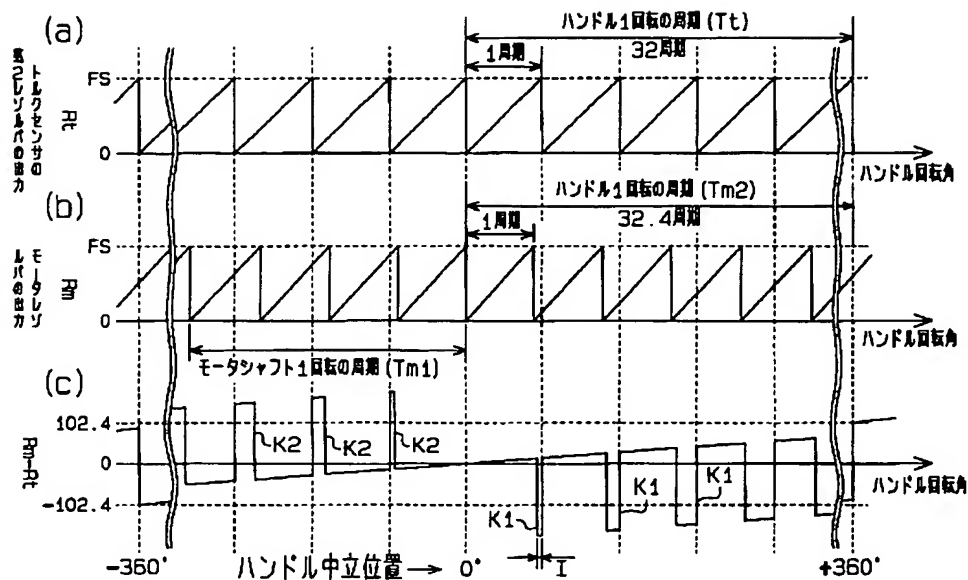
【図 7】



【図 5】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 D 5/245	1 0 2	G 0 1 D 5/245	1 0 2 F
G 0 1 L 3/10		G 0 1 L 3/10	B
5/22		5/22	
// B 6 2 D 119:00		B 6 2 D 119:00	

Fターム (参考) 2F051 AA01 AB06 AC01 BA03
 2F063 AA35 AA36 BA08 CA00 DD03
 EA03 GA22 KA03 KA05
 2F077 AA30 CC02 CC07 CC08 FF34
 NN16 PP26 TT81 VV02
 3D032 CC30 DA15 DA63 DC31 DC32
 EA10
 3D033 CA16 CA20 CA28 CA29 DB03

THIS PAGE BLANK (USPTO)